

PENERAPAN ANALISIS SISTEM DALAM KONSERVASI TANAH DAN AIR

Darmadi¹⁾

ABSTRACT

Study on soil and water conservation engineering can be approached easily by applying analysis system approach. This application will lead to the understanding that problems emerge in the system are strongly influenced by several factors, both dependent factors such as human factor, vegetative etc. and free factors such as climate

So, it is also understood that applying several discipline of science can also approach problems solving in soil and water conservation in the certain area. Analysis system also help management process in implementing soil and water conservation activities in terms of solid and better managements works started from planning, implementation and the last monitoring and evaluation stage.

Considering to all of these than it is suggested that system approached and system analysis should be introduced to students who study soil and water conservation courses in the higher education.

PENDAHULUAN

Perkembangan keteknikan pertanian di segala aspek menuntut keahlian dan ketrampilan yang sesuai dengan laju perkembangan teknologi yang terjadi di luar bidang keteknikan pertanian, misalnya laju perkembangan teknologi komputasi kaitannya dengan teknik konservasi tanah dan air.

Keahlian yang mencukupi di bidang teknik pertanian sangat diperlukan untuk memahami fenomena kejadian tentang tanah, air dan pertanian yang sebenarnya terjadi di alam. Ketrampilan yang mencukupi dalam bidang pemrograman komputer misalnya sangat diperlukan untuk membantu mempercepat proses penyelesaian hitungan dalam persamaan matematik, misalnya untuk komputasi proses pengembangan dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS).

Pemanfaatan teknologi canggih yang didukung oleh pengolahan data elektronik makin meningkat. Penelitian di bidang teknik pertanian nampak sudah mulai menyelaraskan aktivitasnya dengan pemakaian perangkat teknologi canggih tersebut, misalnya tentang penelitian otomasi di bidang daya dan alat mesin pertanian, pengamatan dan pengukuran secara otomatis kejadian hujan dan tinggi muka air sungai di kawasan DAS yang sedang dikembangkan.

Pemakaian teori-teori matematik dan sistem serta analisis sistem sangat diperlukan dalam penelitian di bidang teknik pertanian. Dalam usaha menyelesaikan masalah penelitian di bidang teknik tanah dan air, sering diciptakan khayalan-khayalan berdasarkan pengalaman pribadi peneliti atau informasi dari pihak lain (Arsyad, 1989).

Hubungannya dengan teknik konservasi tanah dan air di lahan pertanian, maka sering diciptakan khayalan-

khayalan, antara lain (Dooge, 1986) :

- a) Kejadian hujan dibayangkan terjadi secara merata, dengan intensitas tetap, untuk selang waktu tertentu.
- b) Kejadian aliran air di atas permukaan tanah di dibayangkan mengalir sebagai aliran normal, sehingga dapat diberlakukan persamaan umum untuk kejadian aliran ideal.
- c) Panjang permukaan tanah dibayangkan mempunyai kemiringan yang sama untuk masing-masing panjang penggal tertentu.
- d) Kemiringan permukaan tanah dan kemiringan aliran air di atas permukaan tanah, dibayangkan sejajar, sehingga mempunyai nilai yang sama.

Layaknya khayalan maka nilai-nilai yang muncul dari khayalan tentu berbeda dengan nilai yang sebenarnya terjadi di dunia nyata. Pemahaman tentang khayalan dan dunia nyata banyak dibahas dalam ilmu sistem (Manetsch and Park, 1979). Pemahaman ini sangat diperlukan oleh mahasiswa dalam mempelajari ilmu konservasi tanah dan air.

Dengan pemahaman ini misalnya dapat dihindari anggapan yang keliru, bahwa dengan penerapan teknik konservasi tanah dan air berupa terasering (teras bangku, teras kredit, teras gulud) di suatu lahan pertanian merupakan satu-satunya senjata pamungkas untuk mengurangi erosi, karena sebenarnya pengurangan erosi dapat juga dilakukan dengan penerapan teknologi yang lain.

Teori matematika diperlukan untuk menjelaskan bentuk hubungan ketergantungan antar variabel (peubah) yang ada dalam khayalan-khayalan yang diciptakan (Potter, 1978). Teori sistem dan analisis sistem diperlukan untuk mendapatkan gambaran khayalan yang diciptakan, baik gambaran penyederhanaan yang sangat sederhana sampai dengan gambaran yang sangat rumit, yang dianggap mendekati kenyataan sebenarnya.

Teori matematik, teori sistem, dan teori analisis sistem yang diberikan kepada mahasiswa jurusan Teknik Pertanian FTP-UGM bertujuan bukan untuk menjadikan mahasiswa sebagai ahli matematik, atau ahli sistem, dan atau ahli analisis sistem, akan tetapi bertujuan agar mahasiswa memahami teori-teori tersebut sebagai alat bantu dalam penyelesaian masalah di bidang teknik pertanian. Mahasiswa diharapkan dapat menggunakan dan memanfaatkan teori-teori tersebut untuk menyelesaikan masalah di bidang teknik pertanian pada umumnya.

PEMBELAJARAN TENTANG SISTEM DAN KLAS

Berdasarkan alokasi waktu yang tersedia dalam pembelajaran di tingkat S1 Jurusan Teknik Pertanian FTP-UGM, nampak bahwa bahasan teori matematik, sistem dan

¹⁾ Staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian UGM²

analisis sistem yang diberikan kepada mahasiswa sangat terbatas. Bahasan teori matematik teknik misalnya, hanya terbatas pada bahasan differensial, integral, persamaan differensial dan transformasi laplace.

Dalam pembahasan matematika teknik diupayakan mengambil contoh kejadian di bidang teknik pertanian. Lambang-lambang dalam matematik diharapkan dapat menjelaskan proses kejadian di bidang teknik pertanian. Pembahasan teori matematika teknik hubungannya dengan fenomena kejadian di bidang teknik pertanian antara lain untuk menjawab pertanyaan :

- Apakah proses kejadian tersebut, berlangsung secara kontinyu atau secara diskrit
- Bagaimana cara penyelesaian analitik jika proses tersebut berlangsung secara kontinyu dan
- Bagaimana cara penyelesaian numerik jika proses tersebut berlangsung secara diskrit
- Bagaimana proses diskritisasi untuk mengganti kejadian kontinyu menjadi kejadian diskrit agar kejadian tersebut dapat diselesaikan secara numerik

Bahasan teori differensial diberikan terbatas pada bahasan tentang differensial baku, differensial parsial, differensial fungsi dan arti serta kegunaan lambang differensial hubungannya dengan teknik pertanian. Bahasan teori integral dibatasi pada integral baku, integral berbatas, integral pendekatan dan arti serta kegunaan integral dalam teknik pertanian. Bahasan persamaan differensial sangat terbatas, hanya membahas cara penyelesaian persamaan differensial orde 1 dan orde 2, kegunaan persamaan differensial dalam menjelaskan kejadian di bidang teknik pertanian, misalnya proses pendinginan barang dalam ruangan tertutup berdasarkan hukum Newton II. Demikian pula bahasan teori transformasi laplace, juga sangat terbatas, yaitu hanya membahas teori transformasi laplace dan teori transformasi laplace invers, dan kegunaannya di bidang teknik pertanian.

Dalam pembahasan teori matematika teknik di dalam kelas, diusahakan sedapat mungkin menghindari atau mengelakkan penurunan rumus-rumus matematika yang rumit, meskipun adanya rumus-rumus tersebut tidak dapat dielakkan atau dihindari (Nasoetion dan Barizi, 1980). Keberadaan dan keberlakuan rumus-rumus tersebut, sedapat mungkin dijelaskan sejelas-jelasnya secara deduksi, dengan harapan tidak menyulitkan atau memberatkan bagi mahasiswa yang sebelumnya mempunyai pengalaman yang kurang menyenangkan dengan teori matematik.

SISTEM DAN MODEL

Teori sistem dan analisis sistem diberikan kepada mahasiswa di tingkat akhir atau semester akhir dari masa studi mereka di Jurusan Teknik Pertanian FTP UGM. Dengan keterbatasan waktu yang dialokasikan maka pembahasan yang diberikan juga sangat terbatas dengan menyertakan contoh-contoh masalah yang dapat didekati penyelesaiannya dengan pendekatan analisis sistem.

Sistem diartikan sebagai suatu perangkat anasir-anasir yang saling berkaitan, yang dirancang dan diorganisir untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Model

diartikan sebagai gambaran tentang sistem yang sesungguhnya, yang mempunyai kelakuan seperti sistem dalam hal-hal tertentu (Manetsch and Park, 1979). Model yang baik akan menggambarkan dengan baik semua segi-segi yang penting dari kelakuan sistem dalam masalah-masalah tertentu. Hakekat pembuatan model merupakan penyederhanaan sistem, sehingga perilaku anasir-anasir penyusun sistem yang penting dapat diketahui (Sudjarwadi, 1987).

Konsekuensi yang harus diterima dari penggunaan model adalah bahwa keberlakuan dari model sangat terbatas dan meminta adanya asumsi yang harus dipenuhi. Penggunaan model akan sangat bermanfaat jika menghadapi suatu sistem yang ruwet (kompleks).

Berbagai model yang dibuat dalam penelitian di bidang teknik konservasi tanah dan air, misalnya berupaya untuk meniru sistem yang kompleks yang sebenarnya terjadi di alam. Model dibangun dengan membuat penyederhanaan-penyederhanaan, dengan asumsi yang harus dipenuhi. Penyederhanaan yang dilakukan antara lain mencakup bentuk hubungan antar variabel dan proses yang terjadi. Perbedaan antara asumsi dengan kenyataan yang sesungguhnya terjadi, merupakan salah satu sebab perbedaan tanggapan sistem sesungguhnya dengan tanggapan model.

Kesesuaian antara keluaran sistem dengan keluaran model sebagai akibat dari masukan yang sama dijadikan tolok ukur kesesuaian model. Tolok ukur kesesuaian model sangat bergantung pada tujuan pembuatan model. Berbagai model yang dikembangkan berkaitan erat dengan tujuan pembuatan model dan adanya beberapa aspek yang khas yang menyertai pembuatan model.

Agar model dapat mendekati kebenaran maka dalam pembuatan model hendaknya dipenuhi sarat bahwa model yang dibuat harus merupakan gambaran yang benar dari sistem sesungguhnya dan cukup sederhana.

Mempertimbangkan bahwa model menyangkut banyak komponen, maka cara perhitungan yang dikembangkan harus dilandasi kefahaman tentang aspek-aspek ketepatan asumsi yang diajukan guna memenuhi sasaran ketelitian analisis (Mize and Cox, 1963).

Keuntungan penggunaan model dalam penelitian dengan pendekatan analisis sistem adalah (Soerianegara, 1978) :

- Memungkinkan melakukan penelitian yang bersifat lintas sektoral dengan ruang lingkup yang luas.
- Memungkinkan melakukan eksperimentasi terhadap sistem tanpa mengganggu sistem.

KAJIAN SISTEM DAN KONSERVASI TANAH DAN AIR

Dalam kajian yang banyak dilakukan di bidang teknik konservasi tanah dan air, baik yang dilaksanakan oleh dosen, mahasiswa atau instansi terkait misalnya dengan Balai Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BTP DAS) Solo, dalam aktivitasnya telah menerapkan sistem dan analisis sistem sebagai alat bantu untuk menyelesaikan masalah.

Dengan pendekatan sistem, dapat dibuat analisis hubungan ketergantungan antara aliran air di atas

permukaan tanah dengan faktor-faktor lain yang diduga berperan terhadapnya. Aliran di atas permukaan tanah ini menjadi fokus utama dalam analisis teknik konservasi tanah dan air (Ward, 1974), karena berperan utama sebagai pembawa butiran-butiran tanah yang hancur, karena pukulan air hujan.

Dengan menerapkan ilmu sistem dalam mengkaji aliran di atas permukaan tanah, maka dapat dilakukan analisis terhadap sejumlah faktor yang diduga berpengaruh terhadap terjadinya aliran permukaan tanah (Dent and Anderson, 1971).

Faktor-faktor vegetasi, kecuraman lereng, tipe tanah dan iklim diduga mempengaruhi jumlah dan kecepatan aliran permukaan tanah (Kohnke, 1968). Di samping itu aktivitas manusia yang melakukan manipulasi terhadap faktor-faktor tersebut, juga sangat berpengaruh terhadap aliran permukaan tanah (Sheng, 1968).

Faktor vegetasi yang sangat berperan terhadap aliran permukaan tanah adalah tingkat penutupan tanah, karena secara langsung akan menentukan jumlah, dan laju hujan yang sampai ke atas permukaan tanah, kapasitas infiltrasi tanah serta kemampuan tanah menahan air.

Faktor lereng yang berperan terhadap aliran permukaan tanah adalah panjang lereng dan kecuraman lereng, di samping keseragaman dan arah lereng. Ketidakberaturan kelerengan tanah berpengaruh terhadap penyebaran hujan sehingga mudah dipahami bahwa pengaruh lereng terhadap aliran permukaan tanah menjadi lebih kompleks.

Jika faktor lain dianggap sama maka aliran permukaan tanah akan meningkat dengan meningkatnya jumlah, intensitas serta lamanya hujan (Ward, 1974). Intensitas hujan mempunyai hubungan yang erat dengan energi kinetik hujan. Energi kinetik hujan mempunyai kemampuan memisahkan agregat tanah menjadi partikel yang lebih kecil. Butir-butir partikel tanah ini dapat menutupi pori-pori tanah sehingga mengurangi kapasitas infiltrasi, dan meningkatkan aliran permukaan tanah (Kohnke, 1968).

Aktivitas manusia yang melakukan manipulasi terhadap vegetasi dan tanah, yang diwujudkan dalam bentuk pengelolaan tanah dan pengelolaan tanaman yang kurang benar seringkali menyebabkan peningkatan aliran permukaan tanah (Dent and Anderson, 1971). Pengolahan tanah searah lereng, penanaman di daerah berlereng tanpa teras atau guludan, atau pembukaan hutan, merupakan tindakan-tindakan manusia yang dapat meningkatkan aliran permukaan tanah. Pengolahan tanah yang baik dapat menimbulkan terbentuknya bongkah-bongkah tanah di permukaan tanah sehingga diharapkan mampu menahan dan menyimpan lebih banyak air yang tersedia untuk bergerak ke dalam profil tanah. Penerapan teras atau guludan dalam pengolahan tanah di daerah berlereng diharapkan akan mengurangi kecepatan aliran permukaan tanah, sehingga memberi kesempatan air untuk terinfiltrasi ke dalam profil tanah.

SISTEM DAN ANALISIS SISTEM

Analisis sistem adalah studi mengenai sistem atau organisasi dengan menggunakan asas-asas metode ilmiah,

yang dapat diartikan sebagai suatu metode pendekatan masalah (Soerianegara, 1978). Dalam pendekatan dengan analisis sistem seringkali dilakukan serangkaian teknik yang mencoba untuk (Manetsch and Park, 1979) :

1. Mengidentifikasi sifat-sifat makro dari suatu sistem.
2. Menjelaskan interaksi atau proses-proses yang berpengaruh terhadap sistem secara keseluruhan.
3. Menduga apa yang mungkin terjadi pada sistem bila beberapa faktor yang ada dalam sistem berubah.

Simulasi merupakan salah satu kegiatan dalam analisis sistem, yang secara garis besar mencakup tiga kegiatan utama, yaitu (Mize and Cox, 1963) :

1. Merumuskan model dan proses yang terjadi di dalamnya.
2. Memanipulasi model.
3. Mempelgunakan model dan data untuk memecahkan masalah.

Kelebihan penggunaan analisis sistem dalam penelitian antara lain adalah (Manetsch and Park, 1979) :

1. Dapat melakukan percobaan-percobaan terhadap suatu sistem tanpa harus mengganggu atau mengadakan perlakuan terhadap sistem yang diteliti.
2. Dapat menciptakan sistem baru yang diduga lebih baik dari keadaan sistem yang sedang diteliti.
3. Dapat melakukan penelitian yang bersifat multi disiplin atau inter disiplin dan terintegrasi, yang seringkali tidak mungkin dilaksanakan pada penelitian dengan percobaan secara fisik.

Permasalahan konservasi tanah dan air, penanganannya tidak hanya menyangkut masalah teknis, sosial dan ekonomis, akan tetapi juga meliputi aspek hukum, kelembagaan dan koordinasi dalam aktivitasnya (Arsyad, Priyanto dan Nasoetion, 1985).

Berdasarkan teori analisis sistem maka masalah-masalah konservasi tanah dan air berakar pada faktor-faktor yang dapat dikuasai dan yang tidak dapat dikuasai. Faktor yang tidak dapat dikuasai atau dikendalikan antara lain adalah faktor iklim dan sebagian sifat-sifat tanah. Faktor yang dapat dikuasai adalah aktivitas manusia, aspek teknik, kelembagaan dan koordinasi aktivitas dari kegiatan yang dilakukan.

Dengan demikian mudah dipahami bahwa konservasi tanah dan air dalam suatu wilayah, memerlukan pendekatan dari berbagai disiplin ilmu. Dalam aktivitas konservasi tanah dan air memerlukan keterpaduan dalam perencanaan, keterpaduan dalam pelaksanaan, dan keterpaduan dalam pengawasan serta pendanaannya.

Memperhatikan hal tersebut maka perlu kiranya pemahaman tentang sistem dan analisa sistem diberikan kepada mahasiswa yang belajar tentang konservasi tanah dan air. Mahasiswa tersebut diharapkan nantinya sebagai sumberdaya manusia yang mumpuni dalam pekerjaan di bidang konservasi tanah dan air.

PERMODELAN LAHAN KONSERVASI TANAH DAN AIR

Kaidah konservasi tanah menyebutkan bahwa penggunaan tanah harus disesuaikan dengan kemampuan tanah agar dapat berproduksi maksimal dan berfungsi secara lestari (Arsyad, 1989). Kaidah konservasi air

menyatakan bahwa penggunaan air harus efisien, dan pengaturan aliran permukaan tanah yang baik agar tidak terjadi banjir pada saat musim hujan dan tidak terjadi kekeringan pada musim kemarau.

Berbagai model yang dikembangkan dalam konservasi tanah dan air didasarkan pada pendekatan secara teknik atau secara vegetatif. Model yang dibangun yang diterapkan dalam tindakan konservasi tanah dan air pada suatu daerah diharapkan antara lain (Arsyad, Priyanto dan Nasoetion, 1985) :

1. Mampu memberikan produktivitas lahan yang tinggi
2. Mampu menjamin kelestarian lahan
3. Mampu bersifat lentur terhadap goncangan perubahan yang terjadi

Permasalahan utama dalam penerapan model konservasi tanah dan air adalah kemampuan petugas dalam menerapkan teknologi yang ditawarkan, mengingat biaya untuk penerapan teknologi tersebut sangat mahal.

Teknologi konservasi tanah dan air meskipun memenuhi harapan tersebut di atas, akan tetapi jika petani tidak mampu melaksanakan karena tidak berkemampuan dalam pendanaan, maka perlu kiranya bantuan dari pihak di luar petani agar supaya tanah dan air tetap lestari.

Model yang dibuat harus diuji keampuhannya atau keberlakuannya. Berdasarkan uji keberlakuan, maka dapat diputuskan apakah suatu model yang diciptakan dapat diterima atau ditolak. Jika model tersebut akhirnya ditolak, karena keluaran model terlalu menyimpang atau berbeda dengan keluaran sistem dalam batas-batas yang telah ditetapkan, maka akan diciptakan model-model baru yang akhirnya dapat diterima, yang dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya.

Perlu dipahami bahwa model yang diterima ini bukanlah model yang paling benar (Nasoetion dan Barizi, 1980). Suatu saat berikutnya peneliti lain akan menemukan model yang lebih cocok, yang lebih diterima oleh masyarakat.

Dengan demikian mudah dipahami bahwa proses pemecahan masalah adalah suatu proses yang iteratif yang selalu berulang-ulang dan hampir tidak pernah berakhir.

Dalam penelitian dengan pendekatan analisis sistem melalui pemodelan nampak terdapat tiga hal yang menjadi masalah utama, yaitu (Mize and Cox, 1963) :

1. Penyusunan model.
2. Pengukuran, pengumpulan dan penyederhanaan data.
3. Pengujian keberlakuan model.

Penyusunan model yang benar diharapkan akan memperoleh model yang ampuh, sehingga akan diperoleh data yang berasal dari hasil keluaran model sebagai data hipotetik atau data dugaan yang benar. Pengukuran, pengumpulan dan penyederhanaan data diharapkan akan memperoleh data yang benar, yang meliputi data dari sistem yang sebenarnya terjadi.

Data yang diperoleh melalui pengukuran dari proses yang sebenarnya terjadi di alam ini merupakan data empirik atau data pengamatan. Uji keberlakuan model adalah menguji perbandingan data hipotetik terhadap data empirik. Model dianggap ampuh jika data hipotetik dan data empirik hampir sama. Berdasarkan uji grafis, maka model dianggap benar jika titik-titik data hipotetik dan

empirik penampilannya di kertas grafik saling berimpit. Kurva grafis yang terjadi, yang menghubungkan titik-titik antar data hipotetik dan data empirik nampak saling berimpit. Uji keberlakuan model ini pada umumnya tidak hanya berdasarkan uji grafis, tetapi juga dilengkapi dengan uji statistik.

Dalam penerapan teras bangku sebagai model teknik konservasi tanah dan air maka sebagai data hipotetik berupa data hasil hitungan berdasarkan persamaan-persamaan yang diberlakukan pada model teknik konservasi tanah dan air. Data empirik berupa data erosi yang sebenarnya terjadi dari pengukuran pada plot percobaan erosi pada lahan pertanian setelah diterapkannya model teras bangku di daerah tersebut.

PENDEKATAN MASALAH BERBASIS SISTEM DAN ANALISIS SISTEM

Pendekatan analisis sistem untuk membantu dalam pemecahan masalah secara garis besar dapat dibagi dalam tiga kegiatan utama (Soerianegara, 1978), yaitu :

1. Spesifikasi masalah, yaitu kegiatan pembentukan tujuan dari sistem, dan pembatasan sistem secara kualitatif.
2. Analisis sistem, yaitu kegiatan spesifikasi kuantitatif dari sistem antara lain :
 - a) Pengumpulan data tentang sistem yang diteliti
 - b) Penyusunan model
 - c) Pengumpulan data untuk pengujian model
3. Sintesis sistem, yaitu kegiatan penetapan rekomendasi pemecahan masalah.

Dalam pendekatan analisis sistem maka mudah dipahami bahwa konservasi tanah dan air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan bagian dari pengelolaan DAS.

Spesifikasi masalah dalam pengelolaan DAS bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang saling berkaitan yang dapat diorganisir untuk mencapai tujuan pengelolaan DAS. Pengelolaan DAS pada dasarnya adalah pengelolaan tanah dan air yang merupakan sumber daya utama dari DAS. Tanah dan air harus dikelola secara rasional agar diperoleh manfaat yang optimal dan lestari dengan bahaya kerusakan tanah yang sekecil-kecilnya.

Dalam analisis spesifikasi masalah, hubungannya dengan tujuan yang akan dicapai, maka diperlukan nilai-nilai yang dapat dikuantifikasi untuk ukuran keberlakuan model.

Hasil analisis sistem yang dicerminkan oleh uji keberlakuan model dapat dipakai untuk kegiatan sintesis sistem, yaitu pilihan terhadap model konservasi tanah dan air yang harus diterapkan di DAS hubungannya dengan sistem pengelolaan DAS.

ANALISIS NUMERIK DALAM PENDEKATAN SISTEM

Dalam pemodelan selalu ditemui proses analisis data yang berlangsung secara iteratif atau berulang-ulang untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Hubungan antar variabel dalam model sering dinyatakan dalam persamaan matematik yang kadang-kadang merupakan hubungan

yang kompleks (Stroud, 1978), sehingga sering sulit diselesaikan secara analitik. Untuk membantu pemecahan persamaan matematik tersebut, maka telah berkembang metode numerik (Eriyatno, Syarif dan Saillah, 1989).

Metode numerik merupakan cara pendekatan dengan mengganti cara analitik ke dalam cara numerik. Layaknya sebuah pendekatan, maka nilai yang diperoleh juga merupakan nilai pendekatan yang tidak persis sama dengan nilai yang sebenarnya (eksak).

Metode numerik selalu menggunakan bilangan dan harus menghasilkan bilangan untuk mengungkap proses matematik. Bilangan yang didapat, dipakai untuk tujuan pemahaman masalah, sehingga harus diperoleh bilangan yang tepat (Holman and Gadj, 1984). Nilai perbedaan antara jawaban numerik dengan analitik biasanya dapat diterima, berdasarkan pertimbangan praktis sepanjang dapat memberikan pengertian pada masalah yang diteliti.

Penerapan metode numerik di bidang pengelolaan DAS atau teknik konservasi tanah dan air banyak dipakai untuk proses penyederhanaan hitungan aliran di atas permukaan tanah atau aliran air di atas permukaan sungai. Cara yang ditempuh adalah dengan membayangkan panjang aliran dipotong-potong menjadi beberapa penggal aliran. Aliran yang terjadi ditelusuri dari hulu ke hilir berdasarkan masing-masing penggal panjang aliran tersebut.

Dalam analisis dengan metode numerik dilakukan proses iterasi dengan cara mengulang-ulang (iterasi) terhadap penentuan besarnya panjang penggal aliran sampai diperoleh besarnya panjang penggal aliran yang diinginkan. Proses iterasi dihentikan jika nilai jawaban numerik sudah mendekati nilai jawaban analitik. Dengan demikian diperlukan suatu bilangan yang pasti, yang dianggap sebagai tolak ukur untuk penetapan rekomendasi, apakah metode numerik tersebut dapat dipakai sebagai cara pendekatan untuk hitungan penelusuran aliran di atas permukaan tanah atau di atas permukaan sungai.

PENUTUP

Dengan pendekatan secara sistem terhadap usaha konservasi tanah dan air, nampak bahwa usaha tersebut membutuhkan bantuan bermacam-macam bidang ilmu. Jika konservasi tanah dan air ditetapkan sebagai program utama, maka berbagai anasir yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi dan dipengaruhi oleh aktivitas konservasi tanah dan air ditetapkan sebagai sub program, misalnya sub program hidrologi kawasan, sub program produksi tanaman, sub program kemampuan lahan, dan lain sebagainya. Disadari bahwa antara program utama dengan masing-masing sub program terdapat hubungan yang jelas, sedangkan di antara masing-masing sub program dapat terjadi hubungan yang erat, yang saling mempengaruhi atau bahkan sebaliknya.

Berdasarkan pemahaman secara sistem maka mudah dipahami bahwa konservasi tanah dan air tidak berarti penundaan penggunaan tanah atau pelarangan penggunaan

tanah. Konservasi tanah dan air adalah penggunaan atau pemanfaatan tanah yang disesuaikan dengan kemampuan tanah, pemberian perlakuan terhadap tanah yang sesuai dengan syarat-syaratnya, agar tanah dan air dapat lestari sepanjang masa.

Mudah dipahami bahwa setiap perlakuan yang diberikan pada sejangkal tanah akan berpengaruh terhadap air, dan tata air baik di lokasi sejangkal tanah tersebut ataupun di tempat lain di bagian hilirnya. Memperhatikan hal tersebut maka aktivitas konservasi tanah dan air sangat kompleks, berbagai disiplin ilmu dan pengetahuan sangat diperlukan antara lain ilmu tanah, biologi, hidrologi, pertanian dan komunikasi serta sosiologi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 1989, **Konservasi Tanah dan Air**, IPB Press, Bogor.
- Arsyad, S., A.Priyatno, L.I Nasoetion, 1985. **Konsepsi Pengelolaan DAS**, Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Dent, J.B., and J.R. Anderson., 1971, **System Analysis in Agriculture**, John Willey and Sons, Sydney, Australia.
- Dooge, J.C. I., 1986. **Looking for Hydrologic Laws**, Water Resources Research, Vol 22 No 9 pages 465-585.
- Holman, J.P, and Gadj, W.J, Jr, 1984, **Experimental Methods for Engineers, 4nd Editions**, Mc Graw – Hill Book, Inc., London.
- Kohnke, H, 1968, **Soil Physics**, Mc Graw-Hill Book, Inc. New York, USA.
- Manetsch, J.T. and G.L. Park, 1973, **System Analysis and Simulation With Application to Economics and Social Systems**. Michigan State University, East Leansing.
- Mize, J.H. And J.G. Cox, 1963, **Essentials of Simulation**. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Nasoetion, A. And Barizi, 1980, **Metode Statistika untuk Penarikan Kesimpulan**, Cetakan ke empat, PT Gramedia Jakarta, Indonesia.
- Potter, M.C., 1978, **Mathematical Methods in The Physical Sciences**, Prentice-Hall, Inc, USA.
- Sheng, T.C., 1968. **Concepts of Watershed Management**, Lecture Note for First Training Course in Watershed Management and Soil Concentration UNDP/FAO.
- Soerianegara, I., 1978, **Pengelolaan Sumber Daya Alam Bag.II**, Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Stroud, K.A, 1978, **Engineering Mathematics, 3nd editions**, The Macmilland Press Ltd, London
- Sudjarwadi, 1987, **Pengantar Model DAS**, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta, Indonesia.
- Ward, R.S, 1974. **Principles of Hydrology 2nd**, Mc Graw Hill Book Company, Ltd., London.